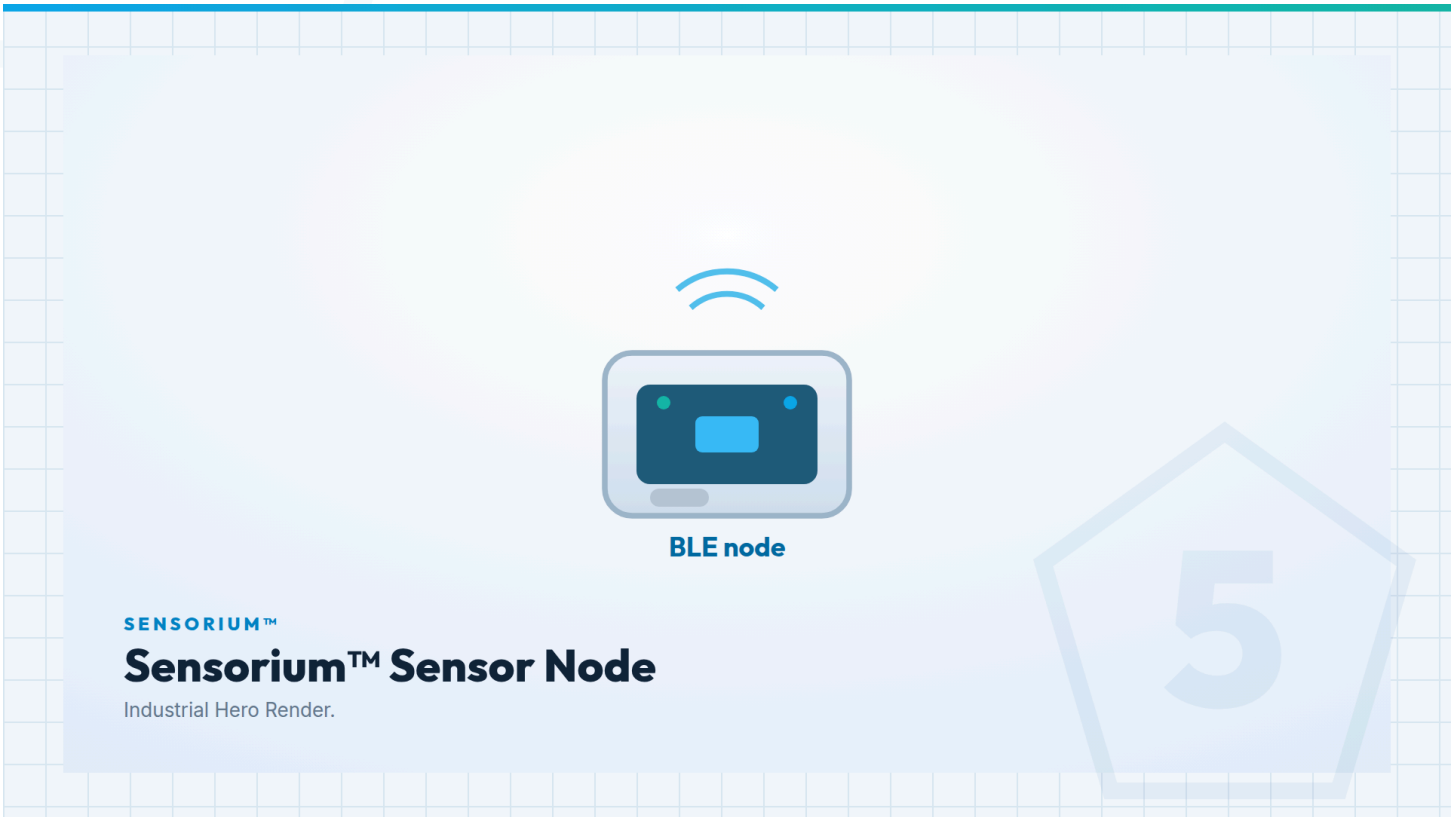
# Sensorium™ Sensor Node — منصة Sensor Node ذكية BLE

ورقة بيانات · `sensorium-sensor-node-datasheet` · مسودة مراجعة (مبدئية) · 18-07-2026

**مبدئي — قيم مقترَحة.** القيم المميّزة بـ ‡ أرقام مقترَحة، نموذجية للصناعة لهذه الفئة من المنتجات، مُوفّرة كي لا تُترك أي مواصفة فارغة. إنها **غير مقيسة وليست نهائية**، ولا تُعدّ أي قيمة في هذا المستند ادعاء اعتماد. يجب على قسم الهندسة تأكيد كل قيمة ‡ قبل إصدار ورقة البيانات هذه بصيغتها النهائية. العُقدة حامل استشعار قابل للتهيئة: أرقام الاستشعار في §4 قيم تمثيلية لكل نسخة ويجب تأكيدها لكل عملية تصنيع. انظر §12 لضبط التغييرات.




*الشكل FIG-001 — Sensorium™ Sensor Node، طبقة Sense منخفضة الاستهلاك من عائلة Sensorium™.*

## 1. لمحة عامة

يُعدّ **Sensorium™ Sensor Node** منصة *Sense* في عائلة 5Tech Sensorium™: عُقدة استشعار لاسلكية صغيرة، منخفضة الاستهلاك، مغذّاة بالبطارية، مبنية على **Bluetooth Low Energy (BLE)**. تستضيف مجموعة قابلة للتهيئة من عناصر الاستشعار وتُبلّغ عن قراءاتها عبر BLE إلى Sensorium™ Gateway قريب، الذي يعيد نقل البيانات عبر **MQTT فوق TLS** إلى **5Tech Platform** (لوحة المعلومات والسحابة وخط المعالجة الطرفي).

**يُباع بطريقتين، منصة واحدة.** يُعرَض Sensor Node مباشرةً كعُقد **أساسية** و**للتطوير** (ورقة البيانات هذه)، *وهو* في الوقت نفسه المنصة الداخلية التي يقوم عليها منتجا **SmartBolt** (استشعار حِمل/اهتزاز أدوات التثبيت) و**Zone Awareness** (استشعار القرب/المنطقة). تُطلب تلك المنتجات ضمن هويّاتها الخاصة؛ أما هنا فتُطلب عُقدة عامة. ولأنها تشترك في هذه المنصة، يجمع Sensorium™ Gateway بين SmartBolt وZone Awareness وعُقد Sensor Node العامة على وصلة BLE هابطة واحدة — فالعائلة راديو واحد ومسار بيانات واحد.

| | |
|---|---|
| **المنتج** | Sensorium™ Sensor Node (منصة Sensor Node ذكية BLE) |
| **العائلة / الدور** | Sensorium™ · **Sense** |
| **الوظيفة** | استشعار ميداني وإبلاغ لاسلكي (BLE) إلى Sensorium™ Gateway |
| **يُباع كـ** | عُقدة أساسية · عُقدة للتطوير/التقييم (ورقة البيانات هذه) |
| **وهو أيضًا المنصة وراء** | SmartBolt وZone Awareness (يُطلبان ضمن هويّاتهما الخاصة) |
| **الاستشعار** | حامل قابل للتهيئة — الاهتزاز، الحرارة، الحركة/الميل، القرب، الحِمل/الانفعال، البيئي (قيم تمثيلية لكل نسخة في §4) |
| **اللاسلكي** | Bluetooth Low Energy 5.2‡ فقط — دون خلوي / أقمار صناعية / Wi-Fi على العُقدة |
| **العُقد لكل Gateway** | حتى 50‡ (السعة المركزية BLE 5.x لـ Sensorium™ Gateway) |
| **الطاقة** | خلية أولية $Li\text{-}SOCl_2$ بحجم AA‡، 3.6 V / 2400 mAh (خيار Li-ion قابل لإعادة الشحن)؛ عمر نموذجي ≤ 5 yr‡ |
| **الحاوية** | بولي أميد مقوّى بالألياف الزجاجية؛ IP67‡ (IEC 60529) |
| **درجة حرارة التشغيل** | −40 °C إلى +85 °C‡ (نسخة الخلية الأولية؛ انظر §8) |

### الميزات الرئيسية

- عُقدة استشعار لاسلكية BLE صغيرة، منخفضة الاستهلاك، **ومغذّاة بالبطارية**، بعمر نموذجي **≤ 5 yr‡** بخلية أولية (انظر §6.2 للأساس الكامل).

- **منصة استشعار أساسية** لعائلة Sensorium™ — تُباع كعُقد أساسية/للتطوير ويستخدمها داخليًا **SmartBolt** و**Zone Awareness**.
- **حامل استشعار قابل للتهيئة**: الاهتزاز، الحرارة، الحركة/الميل، القرب، الحِمل/الانفعال، والظروف البيئية — نطاقات ودقّات تمثيلية لكل نسخة في §4.
- تُبلّغ عبر **Bluetooth Low Energy 5.2‡** إلى Sensorium™ Gateway — دون راديو خلوي أو ساتلي أو Wi-Fi على العُقدة نفسها.
- **حتى 50‡** عُقدة تتجمّع في Sensorium™ Gateway واحد (السعة المركزية BLE)، بما يتوافق مع ورقة بيانات الـ Gateway ورقم البراغي لكل Gateway في SmartBolt.
- تُسهم في مسار البيانات **العُقدة → 5Tech Platform → MQTT/TLS → Gateway**.

### التطبيقات النموذجية

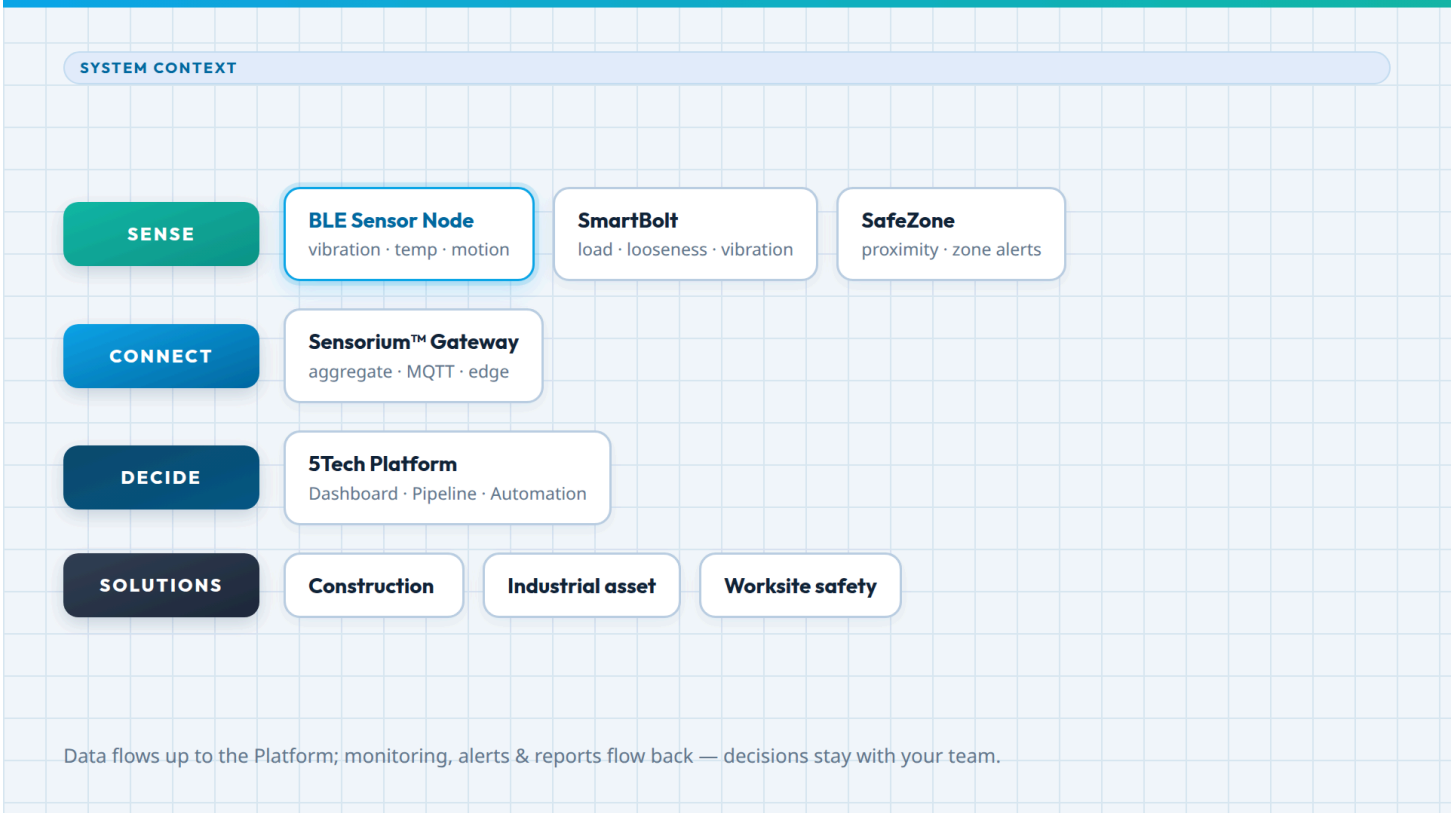
- المراقبة اللاسلكية لحالة الأصول والمنشآت والمعدات قرب أحد الـ Gateway.
- الاستشعار بالتحديث اللاحق حيث تكون الأجهزة السلكية غير عملية.
- أساس الاستشعار لمراقبة أدوات التثبيت (SmartBolt) وتنبيه القرب/المنطقة في موقع العمل (Zone Awareness).

> **ليس جهازًا معتمدًا للسلامة.** العُقدة منصة استشعار وإنذار، وليست وحدة تحكّم سلامة معتمدة. فهي بمفردها لا توقف الآلات ولا تشكّل منطقة حماية معتمدة.

---

## 2. سياق النظام

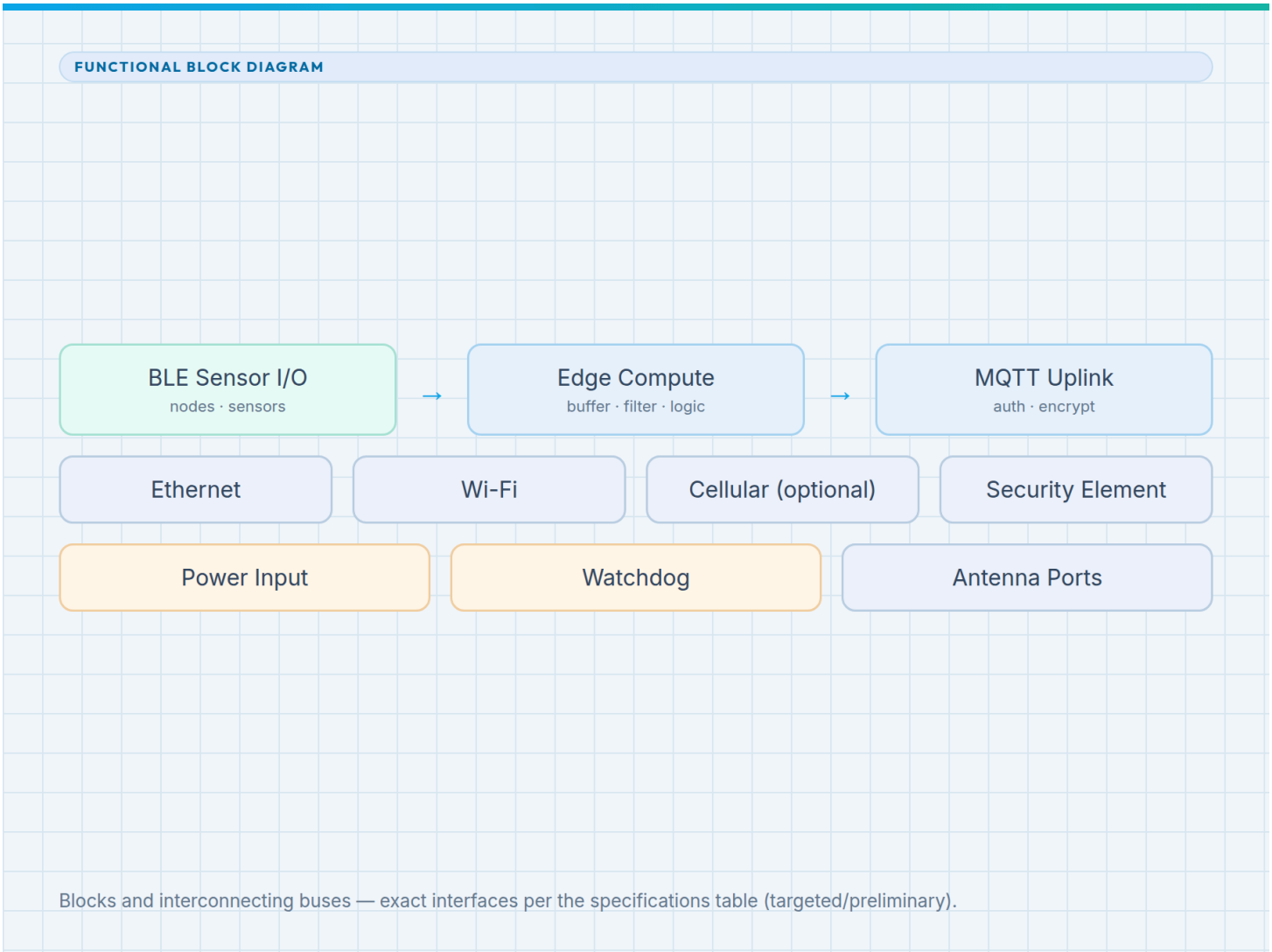
العُقدة هي منشأ **Sense** في السلسلة. تتدفّق القراءات صعودًا عبر BLE من خلال الـ Gateway إلى 5Tech Platform؛ وتتدفّق الإعدادات والأتمتة القائمة على القواعد هبوطًا.




*الشكل Decide → Connect → Sense — FIG-002. تُبلّغ عُقدة الاستشعار عبر BLE إلى الـ Gateway.*

- **Sense** — تقيس **Sensorium™ Sensor Node** (ومنتجا SmartBolt / Zone Awareness المبنيان عليها) الإشارات الفيزيائية في الميدان.
- **Connect** — يجمع **Sensorium™ Gateway** بيانات العُقدة عبر BLE (حتى 50‡ عُقدة بأي مزيج — عامة، SmartBolt، Zone Awareness) ويعيد نقلها عبر MQTT/TLS.
- **Decide** — تحوّل **5Tech Platform** (لوحة المعلومات، وخط المعالجة السحابي/الطرفي، والأتمتة القائمة على القواعد) القراءات إلى تصوّر مرئي وإنذارات وتقارير بمساعدة الذكاء الاصطناعي (مع تدخّل بشري).

## 3. نظرة عامة على الوظائف




*الشكل FIG-003 — الكتل الوظيفية: واجهة الاستشعار الأمامية، وحدة MCU منخفضة الاستهلاك، راديو BLE، وإدارة البطارية/الطاقة. التفاصيل الداخلية مبدئية.*

تجمع العُقدة أربع مجموعات وظيفية:

1. **واجهة الاستشعار الأمامية** — تتفاعل مع عنصر (عناصر) الاستشعار المُهيّأة عبر قنوات $I^2C$ / SPI / تناظرية / رقمية‡ وتُكيّف إشاراتها. مجموعة المستشعرات قابلة للتهيئة على مستوى المنصة وخاصة بالنسخة (انظر §4).
2. **وحدة التحكّم منخفضة الاستهلاك** — تأخذ عيّنات من المستشعرات، وتطبّق معالجة أساسية على العُقدة (مثل المقارنة بعتبة / كشف الأحداث / خصائص اهتزاز RMS-وFFT-)، وتدير دورة التشغيل بين النوم/الاستيقاظ للحفاظ على البطارية.
3. **راديو BLE** — يُعلن عن نفسه ويتبادل البيانات مع Sensorium™ Gateway عبر Bluetooth Low Energy 5.2‡. لا توجد وصلة صاعدة خلوية أو ساتلية أو Wi-Fi على العُقدة.
4. **إدارة الطاقة** — تغذية بالبطارية (خلية أولية $Li\text{-}SOCl_2$ أو خيار Li-ion قابل لإعادة الشحن) مع إدارة منخفضة الاستهلاك / النوم؛ ويُتاح خيار التغذية الخارجية في النسخة P-.

مسار البيانات: *عنصر الاستشعار → واجهة الاستشعار الأمامية → وحدة التحكّم (أخذ عيّنات / كشف) → BLE → Sensorium™ Gateway → MQTT/TLS → 5Tech Platform*. تعود الإعدادات إلى العُقدة عبر BLE من الـ Gateway.

## 4. الاستشعار

Sensor Node هو **حامل استشعار قابل للتهيئة**: تُركّب عملية تصنيع معيّنة عنصرًا أو أكثر من عناصر الاستشعار على المنصة المشتركة منخفضة الاستهلاك. الكميات أدناه هي المقادير **المدعومة**؛ أما النطاقات والدقّات والاستبانات ومعدّلات أخذ العيّنات فهي أرقام **تمثيلية لكل نسخة** لعناصر استشعار MEMS/رقمية نموذجية و**يجب تأكيدها لكل عملية تصنيع** مقابل العنصر المُركّب فعليًا ومعايرته.

جميع الأرقام ‡ مقترَحة وتُذكر مع شرط قياسها. تُذكر الدقّة بعد معايرة المصنع ما لم يُنَص على خلاف ذلك؛ والاستبانة هي أصغر خطوة مُبلَّغة (LSB للمستشعر أو كمّ الإبلاغ)، وليست ضمانًا للدقّة.

| الكمية | النطاق التمثيلي‡ | الدقّة‡ | الاستبانة‡ | معدّل أخذ العيّنات‡ | الشرط |
|---|---|---|---|---|---|
| **الاهتزاز / التسارع** | ±2 / ±4 / ±8 / ±16 g (قابل للاختيار) | ±3 % من القراءة | 0.98 mg/LSB @ ±2 g | معدّل بيانات الخرج حتى 6.4 kHz؛ نطاق مفيد 0–3.2 kHz | مقياس تسارع MEMS ثلاثي المحاور، 25 °C؛ يُبلَّغ كسرعة RMS + خصائص FFT |
| **الحرارة (عملية/تماس)** | −40 إلى +125 °C | ±0.5 °C (0…+65 °C)؛ ±1.0 °C للمدى الكامل | 0.0625 °C | حتى 1 Hz | مستشعر رقمي، هواء ساكن، مرجع 25 °C |
| **الحركة / الميل** | ±180° (الميل)؛ استيقاظ عند الحركة | ±1° (الميل) | 0.1° | حتى 10 Hz؛ استيقاظ مدفوع بالأحداث | مشتقّة من مقياس التسارع ثلاثي المحاور، شبه ساكن، 25 °C |
| **القرب / الحضور** | 0.05–4 m (زمن الطيران)؛ حتى 5 m (PIR) | ±3 % من القراءة (ToF) | 1 mm (ToF) | حتى 10 Hz | عنصر ToF/PIR، داخلي، انعكاسية الهدف ≥ 20 %، 25 °C |
| **الحِمل / الانفعال (أساس SmartBolt)** | 0–100 % من التحميل المسبق الاسمي (0–50 kN نموذجيًا) | ±2 % من المدى الكامل | 0.1 % من المدى الكامل | حتى 10 Hz | دخل مقياس انفعال/خلية حِمل، بعد المعايرة لكل أداة تثبيت، 25 °C |
| **البيئي — الرطوبة** | 0–100 % RH | ±2 % RH (10…90 % RH) | 0.04 % RH | حتى 1 Hz | مستشعر RH رقمي، دون تكاثف، 25 °C |
| **البيئي — الضغط** | 300–1100 hPa | ±1 hPa | 0.01 hPa | حتى 1 Hz | مستشعر ضغط جوي رقمي، 25 °C |

*تُبلّغ العُقدة عن قيم هندسية و/أو خصائص محسوبة على العُقدة (مثل سرعة RMS للاهتزاز وذُرى FFT) بدلًا من التدفّقات الخام، للحفاظ على البطارية وعرض نطاق BLE. أي الكميات توفّرها الوحدة أمرٌ تحدّده نسختها (§5 الطلب) ويُؤكَّد على ملصق تصنيفها. القيم أعلاه توضيحية لفئة الاستشعار وغير مقيسة على وحدة محدّدة.*

---

## 5. معلومات الطلب

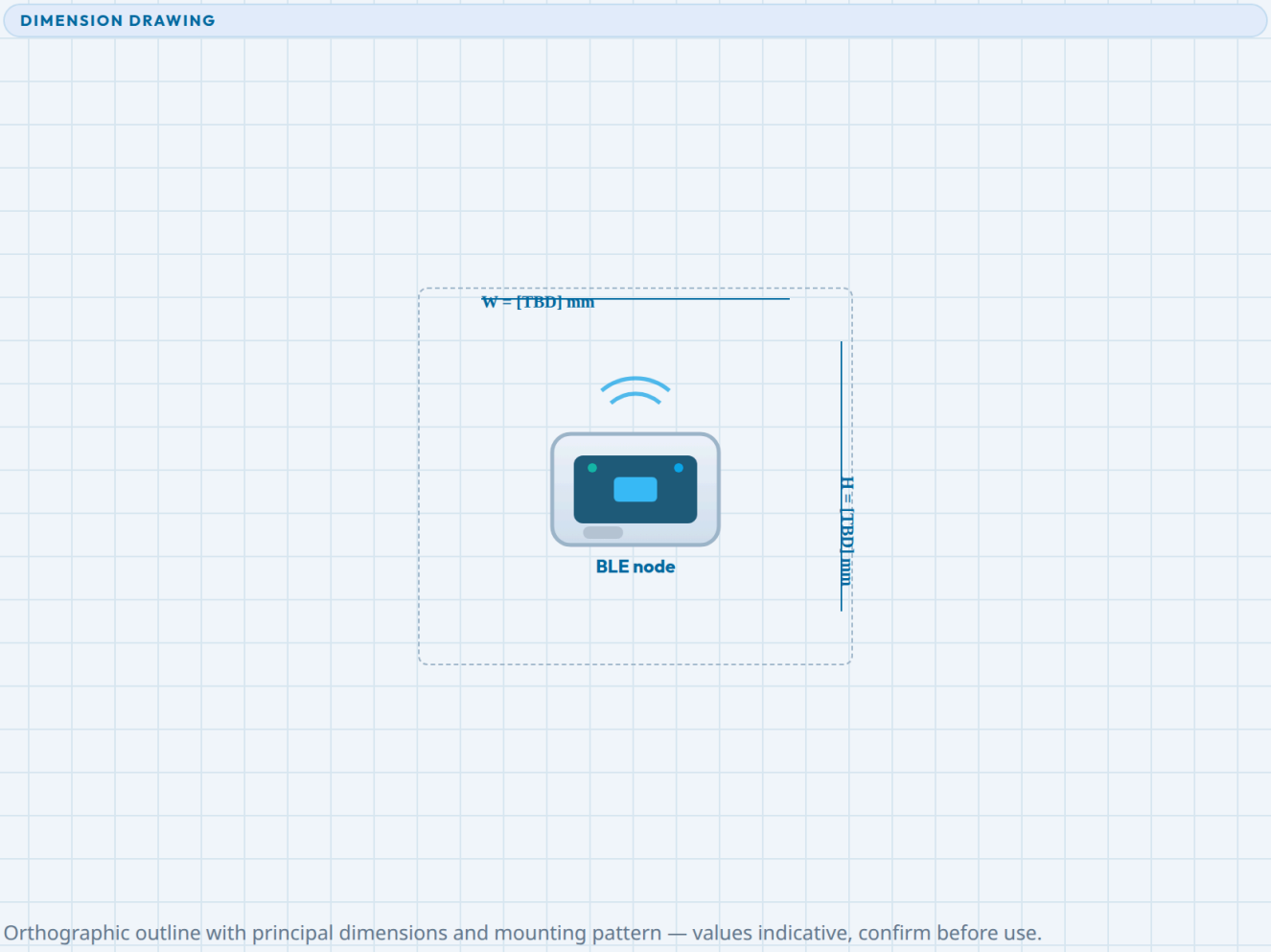
رموز الطلب أدناه هي المخطّط المقترَح؛ والمعرّف الأساسي واللواحق ‡ بانتظار التأكيد. التهيئة = الأساس + خيار الاستشعار + خيار الطاقة. يُطلب SmartBolt وZone Awareness ضمن هويّتيهما المنتجيّتين الخاصّتين، لا هنا.

| رمز الطلب | التهيئة | ملاحظات |
|---|---|---|
| `SEN-SN-100`‡ | العُقدة الأساسية | مجموعة استشعار قياسية، خلية أولية $Li\text{-}SOCl_2$ |
| `SEN-SN-100-X`‡ | نسخة بمستشعر موسّع | عنصر استشعار إضافي / بديل (§4) |
| `SEN-SN-100-R`‡ | نسخة قابلة لإعادة الشحن | خلية Li-ion قابلة لإعادة الشحن بدلًا من الخلية الأولية |
| `SEN-SN-100-P`‡ | نسخة بتغذية خارجية | دخل تغذية خارجية مركّب (§6.2) |
| `SEN-SN-100-DEV`‡ | عُقدة للتطوير / التقييم | لتكامل المستشعرات والتشغيل الأولي |

*الملحقات وقطع الغيار: انظر §10.*

---

# 6. المواصفات الميكانيكية والطاقة




*الشكل FIG-004 — الأبعاد الإجمالية وتجهيزات التثبيت (mm). قيم ‡ مقترَحة.*

## 6.1 الميكانيكا

| المعامل | القيمة | الشرط / ملاحظة |
|---|---|---|
| الأبعاد (العرض × الارتفاع × العمق) | 50 × 50 × 25 mm‡ | الحاوية الأساسية فقط؛ باستثناء حامل التثبيت وأي سلك مستشعر خارجي؛ تختلف حسب نسخة الاستشعار |
| الوزن | 60 g‡ | النسخة الأساسية، متضمّنة البطارية |
| التثبيت | برغي M5، لاصقة، قاعدة مغناطيسية، أو حامل‡ | حسب النسخة؛ مؤهّل للاهتزاز وفق §8 |
| مادة الحاوية | بولي أميد مقوّى بالألياف الزجاجية (PA6-GF30)، مثبّت ضد الأشعة فوق البنفسجية‡ | غير معدني كي يشعّ هوائي BLE الداخلي عبر الحاوية |
| لون / تشطيب الحاوية | رمادي غرافيتي، مُحبَّب‡ | |
| باب البطارية | باب مُحكَم ببرغي أسير مع حشية‡ | يحافظ على IP67 عند إغلاقه وسلامته (§8) |
| الحماية من الدخول | IP67‡ (IEC 60529) | باب البطارية والأختام مغلقة؛ انظر §8 |

### 6.2 الطاقة والبطارية

جميع قيم الطاقة **‡** مقترَحة وتُذكر مع شرط قياسها. تستخدم النسختان الأساسية والموسّعة خلية ليثيوم أولية؛ وتستبدلها النسخة `R-` بخلية قابلة لإعادة الشحن؛ وتضيف النسخة `P-` تغذية خارجية.

| المعامل | الأدنى | النموذجي | الأقصى | الوحدة | الشرط |
|---|---|---|---|---|---|
| كيمياء البطارية (الأساسية) | — | $Li\text{-}SOCl_2$ أولية‡ | — | — | بحجم AA، غير قابلة لإعادة الشحن؛ مختارة لمدى حرارة واسع وعمر تخزين طويل |
| جهد البطارية (الأساسية) | 3.0 | 3.6 | 3.67 | V ‡DC | $Li\text{-}SOCl_2$ اسمي 3.6 V، عند أطراف الخلية |
| سعة البطارية (الأساسية) | — | ‡2400 | — | mAh | $Li\text{-}SOCl_2$ بحجم AA، 25 °C |
| كيمياء البطارية (خيار R-) | — | Li-ion قابلة لإعادة الشحن‡ | — | — | 3.7 V اسمي؛ **لا تشحن دون 0 °C أو فوق +45 °C** (§8) |
| سعة البطارية (خيار R-) | — | ‡1000 | — | mAh | Li-ion، 25 °C |
| جهد التشغيل (دخل العُقدة) | ‡2.5 | 3.6 | ‡3.67 | V DC | عند دخل العُقدة، من الخلية المُركّبة |
| التيار النشط | — | ‡25 | ‡40 | mA | أثناء أخذ العيّنة + إرسال BLE @ +8 dBm، 3.6 V، 25 °C |
| تيار النوم | — | ‡8 | — | µA | بين عمليات الإبلاغ، الراديو خامل، 25 °C |
| عمر البطارية (الأساسية) | — | ‡5 ≤ | — | yr | $Li\text{-}SOCl_2$ 2400 mAh @ فترة إبلاغ 15 min، حمولة 20 bytes، +25 °C؛ يقلّ عند درجات الحرارة القصوى والفترات الأقصر |
| التغذية الخارجية (خيار P-) | ‡5 | — | ‡30 | V DC | عند الدخل الخارجي؛ SELV؛ محمي ضد عكس القطبية |
| درجة حرارة الشحن (خيار R-) | ‡0 | — | ‡45+ | °C | نسخة إعادة الشحن فقط؛ لا شحن خارج هذه النافذة |

*عمر البطارية هدف مقترَح ويعتمد بشدّة على وضع الاستشعار، وفترة الإبلاغ، وحجم الحمولة، ودرجة الحرارة؛ وليس ضمانًا مقيسًا. يقلّل التقاط الاهتزاز المستمر أو عالي المعدّل العمر بشكل كبير مقارنةً بأساس فترة الـ 15 min أعلاه.*

## 7. اللاسلكي (BLE) والواجهات

الوصلة الصاعدة الوحيدة للعُقدة هي **Bluetooth Low Energy** إلى Sensorium™ Gateway. ولا تحمل راديو خلويًا أو ساتليًا أو Wi-Fi. وتُوفَّر واجهة خدمة/إعداد محلية للتشغيل الأولي.

| الواجهة | المواصفة | ملاحظات |
|---|---|---|
| الوصلة الصاعدة اللاسلكية | Bluetooth Low Energy 5.2‡، 2.4 GHz | إلى Sensorium™ Gateway؛ دور طرفي |
| نطاق التردد الراديوي | ISM 2.4 GHz‡، 2402–2480 MHz | وفق Bluetooth Core 5.2 |
| قدرة الإرسال TX | +8 dBm‡ (قابلة للضبط −20…+8 dBm) | @ منفذ الهوائي، 3.6 V، 25 °C |
| حساسية المستقبِل | −95 dBm‡ | @ 1 Mbps LE، BER 1e-3 |
| المدى اللاسلكي | 30 m‡ خط رؤية | حقل مفتوح، إرسال +8 dBm، استقبال −95 dBm، دون عائق؛ يهبط بشدّة في الأماكن الداخلية / قرب المعدن |
| العُقد لكل Gateway | حتى 50‡ | السعة المركزية BLE لـ Sensorium™ Gateway (مزيج من SmartBolt / Zone Awareness العامة) |
| الهوائي | هوائي PCB/رقاقة مدمج‡ | يشعّ عبر الحاوية غير المعدنية؛ خيار هوائي خارجي حسب النسخة |
| الإقران / الأمان | LE Secure Connections (ECDH P-256)‡ + AES-128-CCM | إقران مرتبط بـ Gateway مُطالَب به؛ تشفير الوصلة؛ دون إقران مفتوح في الخدمة |
| واجهة (واجهات) المستشعر | SPI / $I^2C$ / تناظري / رقمي‡ | داخلية، إلى عنصر (عناصر) الاستشعار المُركّبة — حسب النسخة (§4) |
| واجهة الخدمة المحلية | ملف خدمة BLE (التزويد / البرنامج الثابت)‡ | مُصادَق عليها؛ طريقة الوصول تُؤكَّد وفق البرنامج الثابت |

**الأمان.** يستخدم الإقران بين العُقدة والـ Gateway **LE Secure Connections** (اتفاق مفاتيح ECDH) مع تشفير طبقة الوصلة **AES-128-CCM‡**، مرتبطًا بـ Gateway محدّد مُطالَب به. أما النقل من طرف إلى طرف إلى 5Tech Platform (**MQTT فوق TLS**) فيتولّاه الـ Gateway، لا العُقدة.

*أرقام القدرة المُشعّة والمدى ‡ مقترَحة وتعتمد على اعتماد نوع الراديو الإقليمي وعلى التركيب؛ تُؤكَّد بالاختبار ومقابل اعتمادات §9.*

## 8. البيئي والتصنيفات

| المعامل | القيمة | المعيار / الشرط |
|---|---|---|
| درجة حرارة التشغيل (الأساسية، خلية أولية) | −40 °C إلى +85 °C‡ | محيطة؛ يقلّ عمر البطارية نحو الأطراف |
| درجة حرارة التشغيل (R- قابلة لإعادة الشحن) | −20 °C إلى +60 °C‡ (تفريغ) | محيطة؛ **الشحن فقط 0 °C...+45 °C** (§6.2) |
| درجة حرارة التخزين | −40 °C إلى +85 °C‡ (أولية)؛ −20 °C إلى +45 °C‡ (R- طويل الأمد) | تُزال البطارية للتخزين المطوّل |
| الحماية من الدخول | IP67‡ | IEC 60529؛ باب البطارية والأختام مغلقة وسليمة |
| الرطوبة | 5–95 % RH‡ | دون تكاثف |
| الارتفاع | ≥ 2000 m‡ | التشغيل |
| درجة التلوّث | 2‡ | IEC 61010-1 |
| فئة الجهد الزائد | I‡ (بطارية/SELV)؛ II‡ لنسخة التغذية الخارجية P- | IEC 61010-1 |
| الاهتزاز | 10–500 Hz، 5 g‡، مسحة/محور | IEC 60068-2-6، مثبّت ببرغي/حامل |
| الصدمة | 50 g‡، نصف جيبية 11 ms، 3 صدمات/محور/اتجاه | IEC 60068-2-27 |
| مناعة ESD | ±8 kV تماس / ±15 kV هواء‡ | IEC 61000-4-2 |
| مناعة الترددات الراديوية المُشعّة | 10 V/m‡، 80 MHz–2.7 GHz | IEC 61000-4-3 |
| الاندفاع (دخل خارجي P-) | ±1 kV‡ خط إلى أرض | IEC 61000-4-5 (1.2/50 µs)؛ نسخة التغذية الخارجية فقط |

*جميع الأرقام البيئية أهداف ‡ مقترَحة، لم تُتحقَّق بالاختبار بعد. الحاوية جهاز استشعار/إنذار، وليست حاجزًا معتمدًا للسلامة؛ والحماية من الدخول صالحة فقط مع سلامة وإغلاق باب البطارية والحشيات والأختام.*

## 9. الامتثال والمعايير

**لا يُمتلك حاليًا أي اعتماد.** يسرد الجدول برنامج الاعتماد المقصود؛ ولا يجوز إظهار أي علامة أدناه على المنتج أو التغليف أو التسويق حتى يتم اعتمادها بتقرير محفوظ في الملف (مُسجَّل في `references.md`).

| المجال | المعيار المقصود | الحالة |
|---|---|---|
| الراديو / الاتصالات (حسب المنطقة) | FCC Part 15B/C / ISED RSS-247 / RED (EU) 2014/53/EU‡ | مُخطَّط — لم يُقدَّم بعد |
| اعتماد Bluetooth | إقرار QDID من Bluetooth SIG‡ | مُخطَّط — لم يُدرَج بعد |
| التوافق الكهرومغناطيسي (EMC) | EN 55032 / EN 55035 / EN 61000-6-2 / -6-4‡ | مُخطَّط — لم يُختبَر بعد |
| السلامة الكهربائية | IEC/EN 62368-1‡ | مُخطَّط — لم يُختبَر بعد |
| سلامة / نقل خلايا البطارية | IEC 62133-2 (الخلايا) / UN 38.3 (النقل)‡ | مُخطَّط — لم يُختبَر بعد |
| البيئي (المواد) | RoHS (EU 2011/65) / REACH‡ | مُخطَّط — الإقرار قيد الانتظار |

*يلزم اعتماد نوع الراديو قبل جواز بيع المنتج في أي سوق؛ وهو غير مُمتلَك بعد. العُقدة ليست جهازًا معتمدًا للسلامة ولا يُدّعى أو يُقصَد أي معيار سلامة وظيفية (مثل ISO 13849 / IEC 61508).*

---

## 10. الملحقات والمنتجات ذات الصلة

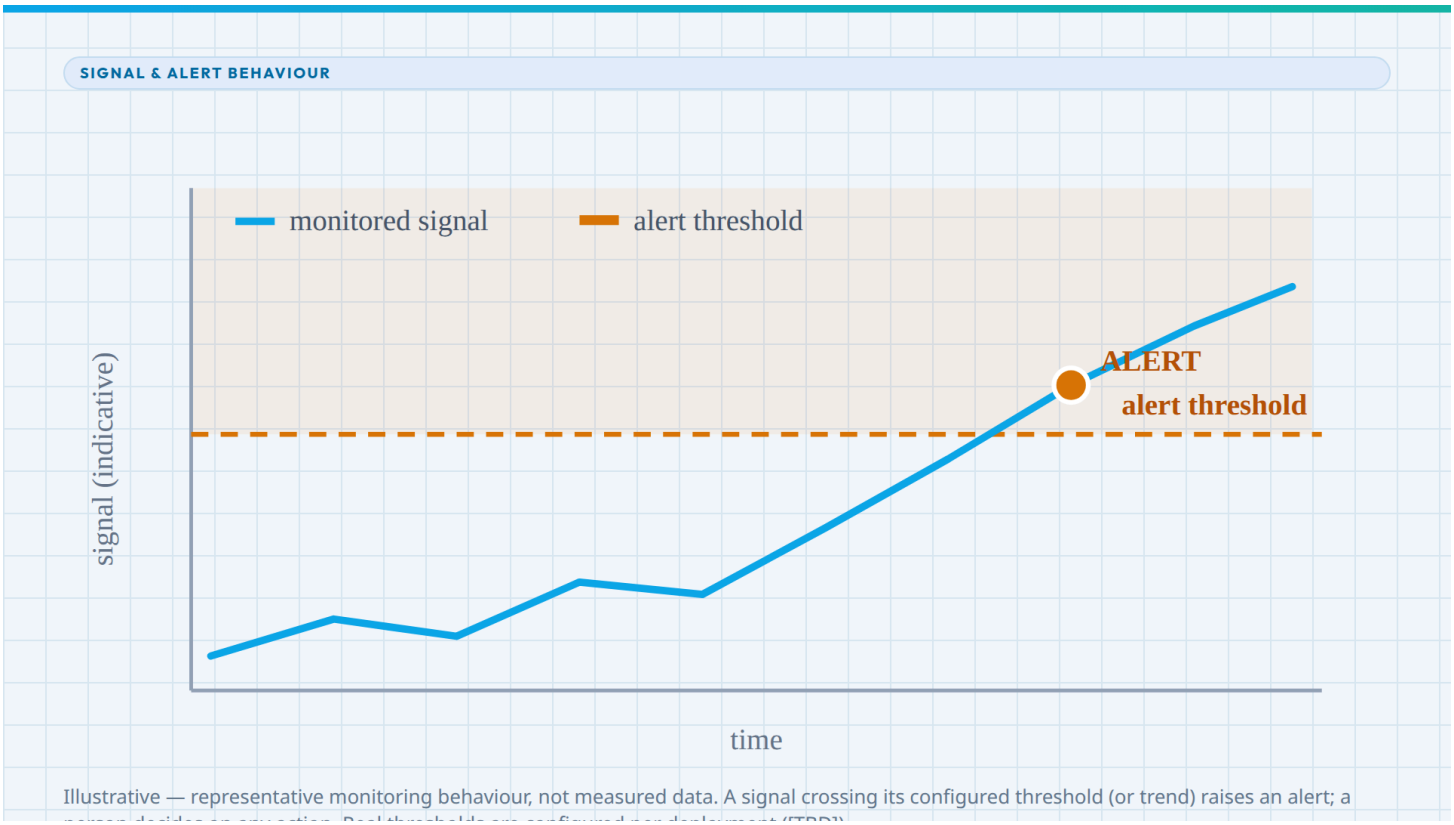
| العنصر | رمز الطلب | الغرض |
|---|---|---|
| بطارية بديلة ($Li\text{-}SOCl_2$، AA) | `SEN-SN-ACC-BAT`‡ | خلية أولية وفق §6.2 |
| بطارية بديلة (Li-ion، `-R`) | `SEN-SN-ACC-BATR`‡ | خلية قابلة لإعادة الشحن وفق §6.2 |
| طقم تثبيت (حامل / لاصقة / مغناطيس) | `SEN-SN-ACC-MNT`‡ | التثبيت الميداني |
| هوائي خارجي (خيار) | `SEN-SN-ACC-ANT`‡ | مدى BLE ممتد |
| محوّل تغذية خارجية (خيار `P-`) | `SEN-SN-ACC-PWR`‡ | نسخة التغذية الخارجية |
| طقم ختم / حشية باب البطارية | `SEN-SN-ACC-SEAL`‡ | يستعيد IP67 بعد الصيانة |

### مستندات ذات صلة

- **الدليل:** `/manuals/sensorium-sensor-node-manual` — التشغيل، إقران BLE، الإعداد، صيانة البطارية.
- **التركيب:** `/installation/sensorium-sensor-node-installation` — التثبيت، التغذية، الإقران، التحقّق.
- **يُبلّغ إلى:** ورقة بيانات (`datasheets/sensorium-gateway-datasheet/`) Sensorium™ Gateway.
- **المنتجات المبنية على هذه المنصة:** Sensorium™ SmartBolt (استشعار أدوات التثبيت)، Sensorium™ Zone Awareness (استشعار القرب/المنطقة).
- **يعمل مع:** 5Tech Platform (لوحة معلومات · خط MQTT/TLS السحابي · حافة · أتمتة قائمة على القواعد).

---

## 11. الإشارات المراقَبة وسلوك الإنذار (توضيحي)




*الشكل FIG-005 — توضيحي — إشارة مراقَبة تتجاوز عتبة الإنذار المهيّأة لها (أو تُظهر اتجاهًا غير طبيعي) تُطلق إنذارًا؛ ويقرّر شخصٌ أي إجراء. سلوك تمثيلي، وليس بيانات مقيسة.*

تُبلّغ العُقدة عن إشارتها المراقَبة عبر BLE (من خلال الـ Gateway) إلى 5Tech Platform؛ وعندما تتجاوز الإشارة عتبةً مهيّأة أو تُظهر اتجاهًا غير طبيعي، تُطلق Platform **إنذارًا** ويقرّر شخصٌ أي إجراء. الرسم البياني توضيحي؛ وتُهيّأ العتبات لكل عملية نشر.

| الإشارة | مثال على مُطلِق الإنذار‡ | الاستجابة |
|---|---|---|
| الاهتزاز | ترتفع سرعة RMS فوق عتبة مهيّأة أو تتّجه بشكل غير طبيعي‡ | إنذار + إشعار (يقرّر شخص) |
| الحرارة | تتجاوز درجة الحرارة حدًّا مهيّأً‡ | إنذار + إشعار (يقرّر شخص) |
| الإبلاغ / البطارية | تتوقّف العُقدة عن الإبلاغ لأكثر من 3× فترتها، أو تنخفض البطارية دون 10 %‡ | إنذار + إشعار (يقرّر شخص) |

*توضيحي — تمثيلي، وليس مقيسًا؛ قيم الإطلاق ‡ مقترَحة وقابلة للتهيئة.*

---

## 12. المراجعة وضبط التغييرات

| المراجعة | التاريخ | التغيير | المؤلّف |
|---|---|---|---|
| مسودة (مبدئية) | 2026-07-08 | محتوى أولي مُحرَّر؛ قيم `[TBD]`. | التوثيق |
| مسودة (مبدئية، مقترَحة) | 2026-07-18 | مرحلة التصنيع: أُضيف قسم الاستشعار (§4) مع نطاقات/دقّة/استبانة/معدّل عيّنات تمثيلية لكل نسخة وشروطها؛ وُضِّحت هوية SKU-مقابل-المنصة وإطار العائلة؛ أُضيفت سعة العُقد لكل Gateway (حتى 50‡)؛ اختيرت كيمياء البطارية ($Li\text{-}SOCl_2$ أولية + خيار Li-ion) مع السعة وأساس العمر وحدود الشحن؛ مُلئت جميع المواصفات الكهربائية/الميكانيكية/اللاسلكية/البيئية بقيم ‡ مقترَحة مشروطة ومعايير اختبار محدّدة؛ أُعيدت كتابة الامتثال إلى جدول برنامج مقصود (دون علامة مُمتلَكة)؛ أُعيدت تسمية Safety Zone → Zone Awareness في النص؛ أُضيف كتلة المراجعة هذه. | التوثيق |

سجل التغييرات الكامل: `revision.md`. المصادر والمعايير المستشهَد بها: `references.md`.

---

### الأشكال

| المعرّف | العنوان | الملف | نسبة الأبعاد | الغرض |
|---|---|---|---|---|
| FIG-001 | صورة رئيسية صناعية | `renders/hero_sensor-node.png` | 16:9 | صورة الغلاف / الرئيسية |
| FIG-002 | سياق النظام | `diagrams/system_context.png` | 16:9 | موضع العُقدة في سلسلة Sense → Connect → Decide |
| FIG-003 | مخطط الكتل الوظيفي | `diagrams/block_diagram.png` | 4:3 | البنية الوظيفية الداخلية |
| FIG-004 | رسم الأبعاد | `cad/dimensions.png` | 4:3 | الأبعاد الميكانيكية للمواصفات والتثبيت |
| FIG-005 | سلوك الإشارة والإنذار (توضيحي) | `diagrams/signal_threshold_chart.png` | 16:9 | كيف تُطلق إشارةٌ مراقَبة تتجاوز عتبةً إنذارًا (توضيحي، وليس بيانات مقيسة) |

---

*المواصفات مبدئية؛ والقيم ‡ مقترَحة وخاضعة لتأكيد قسم الهندسة والتغيير. مصدر الحقيقة للأشكال: `figures.json`. انظر `revision.md` لضبط التغييرات، و`references.md` للمصادر، و`image_prompts.md` لفهرس الأشكال/المطالبات. هدف النشر على الويب: `/documents/datasheets/sensor-node/`.*


© 5Tech — هندسة الرؤية الابتكارية المستقبلية · فانكوفر، كولومبيا البريطانية، كندا · info@5tech.ca